

# Duman Kontrolü-I

**Prof. Dr. Abdurrahman KILIÇ**  
İTÜ Makina Fakültesi

## Giriş

Duman, yangında insan hayatı açısından en büyük tehlike kaynağını oluşturur. Dumanın yayılmasının önlenmesi ve hacimlerin dumandan arındırılması; hem can güvenliği bakımından hem kısımlara dumanın verdiği maddi zararın azaltılması ve ayrıca yangına kolay müdahale edilebilmesi açısından yangın güvenliğinin en başta gelen önlemlerindedir. NFPA 92A standardına göre duman; havada taşınan katı ve sıvı parçacıkları ile malzemelerin bir miktar havayla yanmasıyla oluşan gazlardan meydana gelen bir karışımdır. Dumanın yapısında tehlike oluşturan maddeler iki grupta toplanabilmektedir. Birinci grupta boğucu ve zehirleyici etki taşıyan gazlar olup bunlar insan hayatını doğrudan tehdit etmektedir. İkinci grupta ise havada uçuşabilen mikron büyüklüğündeki katı ve sıvı tanecikler olup bu maddeler görüş mesafesini azaltarak zehirli gazlar içinde kalınan süreyi artırır ve dolaylı tehlikeye yol açar.

## Dumanın Yapısı

Yangın sonunda oluşan yanma ürünleri; genellikle su buharı, CO<sub>2</sub>, CO, yanmamış parçacıklar ile diğer zehirleyici ve korozif gazları içermektedir. İçeriğindeki



zehirli maddeler ve uyuşturucu gazlar doğrudan hayatı tehdit etmekte, katı ve sıvı tanecikler gözlere, solunum yollarına zarar vermektedir. Duman sebebiyle oluşan panik ve görüş mesafesinin azalması, dumanda kalınan süreyi uzatmakta ve özellikle yüksek binalarda hayati tehlikeyi artmaktadır.

Can güvenliği ilkesinden hareketle, yangında kayıpları en aza indiren önlemlerin

alınabilmesi için yangının etkilerinin bilinmesi gerekir. Yangının ilk etkisi, oluşan yüksek sıcaklığın deri ve solunum sisteminde meydana getirdiği ağır hasarlardır. Diğer etkisi artan duman yoğunluğu yüzünden insanların yollarını şaşırıp kaybolmaları, yanma sonucu ortamda oluşan CO ve diğer zehirli gaz konsantrasyonuna bağlı zehirlenmelerdir.

Duman içerisinde, başta karbondioksit

olmak üzere hidrojen siyentik, anilin, nitrobenzen, sodyum nitrat ve hidrojen sülfat gibi gazlar solunduğu zaman boğucu etki yaratır. Yangın sırasında oksijen seviyesi azalır ve oksijen seviyesi yaklaşık %10'a düştüğünde solumada güçlüklerin olduğu görülür. Oksijen seviyesindeki azalmanın yanı sıra CO<sub>2</sub>, CO ve diğer zehirli gazların etkisi artar. Kurum parçacıkları üzerinde bulunan maddeler ve katı aerosoller de zehirlenmeye yol açar. Tahriş edici maddeler yakıcıdır.

İnsan vücudunun yüzeyindeki mukozaya zarar verirler. Suda erime yeteneğine sahiptirler ve nefes borusunun üst kısmına hücum ederler. Asit kloridik, asit fluorik, sülfür dioksit bunlara örnektir. Halojenler (flor, klor, brom), ozon, triklorik fosfor, mentaklorik fosfor, fosgen, nitrik oksit, nitrojen tetroksit gibi gazlar suyun içinde kolay erimez, ama nefes borusunun içine girebilir.

Yangınlarda, karbonmonoksit kokusuz olduğundan fark edilmez, fakat diğer gazlar kokuları nedeniyle fark edilebilir. Kokusuz olması ve fark edilmemesi nedeniyle, karbonmonoksit gazı zehirlenmelerine daha çok rastlanılır. Yangınlardaki ölüm sebepleri incelendiğinde toplam ölümlerin kabaca %50'sinin CO (karbonmonoksit) zehirlenmesinden olduğu

tespit edilmiştir. Diğer yarısı doğrudan yanma, artan basınç ve çeşitli zehirli gazlardan dolayıdır.

Yüksek sıcaklık yanıklara yol açar. Fizyolojik olarak ortam sıcaklığındaki artma kan veya vücut ısısının artmasına, deri dokusunda, veya solunum sisteminde yanıklara sebep olabilir. Yüksek sıcaklıktaki nemli hava ya da buharın solunum sisteminde yanmalara sebep olabilmesi için 100°C civarında olması yeterlidir. Sıcaklığı 300°C olan kuru hava, gırtlakta birkaç dakika sonra yanmaya sebep olur. Pratikte solunarak içeri çekilen tahriş edici duman ve zehirli gazlar 30 dakika içinde öldürücü etki gösterir.

Yanma malzemeleri hidrojen, doğal gaz, alkol gibi hiç parçalanmayan veya az parçalanan ürünler üretmeleri durumunda görülmeyen duman oluşur. Bazı malzemeler alevsiz yandıkları halde çok yoğun duman çıkarmalarına karşılık, bazıları da bunu ancak alevle yandıkları sırada çıkarırlar.

Bazı malzemeler kuvvetli hava akımı veya havalandırma nedeniyle çok duman çıkarmadan alevli olarak yanarlar, fakat aynı malzemeler şayet oksijen miktarı yeterli olmayan havalandırmayla karşı karşıya kalırlarsa bol miktarda du-



man çıkarırlar. Bu durumda, bol dumanlı alevsiz bir yavaş yanma söz konusudur ve duman miktarı malzemenin bulunduğu mekana, malzeme özelliklerine ve malzemenin miktarına bağlıdır.

Zehirli gazlara ve yüksek sıcaklığa maruz kalmak hayatı doğrudan tehdit ederken azalan görünürlük insanlarda panik yaratır. Çoğu kez, yoğun duman yüzünden yollarını şaşırırlar. Yapılan istatistikler duman içine kalan kişilerin %40'nın sadece 4 m yürüyebildikleri ve %90'ının 9 metreden fazla yürüyemediklerini göstermiştir. Çok yüksek binalarda bu durum devam ederse, artan sıcaklık ve zehirli gazların kurbanı olmaktadır.

Yapılarda kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıflarının bilinmesi dışında; başka önemli bir faktör de malzemenin yanma sırasında çıkardığı duman miktarı ve zehirli gaz türüdür. Özellikle topluma açık yapılarda çekiciliği arttırmak için yapılan dekorasyonlarda kullanılan malzeme

Yanan Malzemenin Cinsi	Çıkan Gaz Türü
Karbon içeren malzemeler	Karbonmonoksit, Karbondioksit
Sellüloid, poliüretan	Nitrojenoksit, Azotmonoksit
Tahta, Kadife, Deri, Selülozik malzemeler, Nitrojenli plastikler	Hidrojen siyanid
Tahta, Kağıt	Akrolein
Polivinylklorid, Yangın dayanımlı plastikler, Florinli plastikler	Amonyak
Melamin, Naylon, Formaldehidrat reçineleri	Aldehit
Formaldehit fenoller, Tahta, Naylon, Polyester	Aldehit
Polisitiren	Benzen
Köpük plastikler	Azo bis succino nitril
Bazı dayanıklı plastikler	antimonlu alaşımlar
Köpük poliüretan	İzosiyanat
Kauçuk, Thiokol	Sülfür dioksit (Kükürt)

çeşitliliği, karşılaşılan tehlikeleri büyütmedir. Yönetmeliklerde, bu tip alanlarda kullanılacak malzemeler sınırlandırılmış olmasına rağmen, bu kurallara uyulmamasının nedeni, denetim zayıflığı ve tasarımcının konuyu tam bilmemesinden kaynaklanmaktadır.

Tüm bu etkileri mümkün olduğunca azaltmak hatta tamamen ortadan kaldırmak için geç tutuşan, yandığında zehirli gazlar çıkarmayan malzemeler ve yağmurlama (sprinkler) sistemleri kullanmak, etkili bir yangın alarm sistemi kurmak, yangın dolapları koymak, kaçış yollarını basınçlandırmak gibi önlemler alınır. Dumandan arındırıldığından tahliyeyi hızlandıran basınçlandırılmış kaçış yolları yüksek binalarda sıkça kullanılır.

### Duman Kontrolü

Duman; genellikle yangın yerinden diğer alanlara hızla yayılır, can ve mal güvenliğini tehdit eder. Yangın esnasında merdiven boşluğuna ve asansör

boşluğuna dolar ve insanların tahliye edilmesini engelleyip, itfaiyenin kurtarma çalışmalarına zorlaştırıp, ölüm oranlarının artmasına neden olur. Her duman görülen yerde mutlaka yangın olmayabilir. Örneğin bir ahşap dolap veya bir yatak büyük miktarda duman çıkarabilir ve klima kanalları veya ara boşluklardan bütün binaya dağılır. Her taraf duman olduğundan yangının kaynağının bulunması zorlaşır. Küçük bir yangının kaynağı bile saatlerce uğraştıktan sonra bulunabilir. Duman kontrolü binanın yangın korunum sistemlerinden birisidir. Duman kontrol sistemlerinin en önemli görevi, insanların güvenli bir şekilde tahliye edilebilmelerini kolaylaştıran şartların sağlanmasıdır.

Duman kontrol sistemi tasarımında iki önemli kriter göz önünde bulundurulmaktadır. Öncelikle, insanların güvenli bir şekilde tahliye edilmelerine izin verecek kadar bir süre boyunca duman tabakası kalınlığı belirli bir kritik yüksekliğin üstünde kalmalıdır. İkinci olarak da, kurtarma ve

söndürme ekiplerinin rahat çalışabilmeleri için görüş mesafesi düşük olmayan bir alt bölge sağlanmalıdır.

Duman kontrolü ile insanlığın ilgisi ateşin bulunması ile başlamıştır denilebilir. Başlangıçta ateşi ısınmak ve yemek pişirmede kullanmışlardır. Ortamda oluşan dumandan korunmak için ise deneyerek bacaları ve dumandan korunma yollarını bulmuşlardır. Teknolojinin gelişimi ile farklı malzemelerin kullanılmaya başlanması ve yüksek binaların yapılmasıyla, dumandan zarar gören insanların sayısı artması dumandan korunmak için yeni sistemlerin gelişmesi gerektirmiştir.

Yangın güvenliği konuları içinde dumanla mücadelenin esasları, "Duman Kontrolü" başlığı altında ele alınmaktadır. Dumanın kontrol altına alınabilmesi için farklı yöntemler uygulanmakta olup, doğru yöntemin belirlenmesinde birçok parametreyi değerlendirmek gerekmektedir. Bunlardan en önemlileri, olası bir yangının büyüklüğü ve yangın çıkan hacmin mimari yapısıdır. Sadece bu iki değişken göz önüne alındığında bile, duman kontrolünde tüm yangınlara hitap eden genel bir çözüm olmadığı görülmektedir.

Duman kontrol sistemi kriterleri, yapının konstrüksiyonuna bağlı olarak değiştiği gibi, bina kullanım amacına göre de tasarım kriterleri farklılık göstermektedir. Sistem tasarımına birçok faktör etki etmektedir. Mekanik tesisatın tasarımı yapılmadan önce, sistemin sınır şartları göz önünde tutularak hesaplamalar yapılır ve kriterler oluşturulur. Göz önüne alınan etkenler, kullanıcı tipi ve karakteristikleri, tahliye planı, bekleme alanları, kullanıcıların dağılım yoğunluğu, insan hayatını destekleyen ekipmanlar, dedektör ve



alarmın şekli, yangın söndürme sisteminin özellikleri, ısıtma havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sisteminin tipi, enerji yönetim sistemi, bina güvenliği şartları, kontroller, yangın şartlarında kapıların durumu, yangın tehlike oranı, iç bölümlendirmeler ve mimari özellikler, bina sızıntı yolları, dış sıcaklık ve rüzgar hızı gibi çok sayıda faktöre bağlıdır.

Tasarım yangın büyüklüğü değerinin seçilmesinde, bina kullanım amacı önem kazanmaktadır. Doğal olarak bir depoda çıkan yangının büyüklüğü ile bir alış-veriş merkezinde çıkan yangının büyüklüğü farklı olmaktadır. Sprinkler sisteminin mevcudiyeti de tasarım yangın büyüklüğü değerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Duman hareketlerinin kontrolü bölgelere ayırma, yağmurlama (sprinkler) sistemi

yapılması, hava akışı sağlanması, basınçlandırma yapılması veya duman tahliye bacaları tasarlanması ile sağlanır. Bir hacimden diğer hacimlere duman geçişini engellemek için duman damperleri veya perdeleri kullanılır.

Dumanın bina veya bir hacim içine yayılmadan dışarı atmak için duman çekiş bacaları veya havalandırma bacalarının yapılır. Büyük hacimlerde dumanın yayılmasını önlemek için, tavandan sarkan duman bölmelerine de gereksinim duyulur.

Modern mimaride, galeri ve kapalı çarşı tasarımında kullanılan atrium gibi yapılarda en üst noktaya duman alarm sistemiyle kontrol edilen otomatik duman tahliye kapakları veya mekanik havalandırma gerekir. Yangın güvenlik sistemlerinin tasarımında en çok ka-

bul gören kaynaklardan biri National Fire Protection Association (NFPA) adlı organizasyonun yayınladığı kodlardır. Kurumun adına bakıldığında ulusal bir organizasyon gibi görülse de, dünyanın birçok ülkesinden üyelerinin katıldığı komite çalışmaları, uluslararası nitelikte kabul görmektedir. Yüzlerce sayıdaki NFPA kodlarında, "Duman Kontrolü" yangın güvenliğinin çeşitli alt başlıklarında yer almaktadır. Bundan başka, BS (British Standart ) ve ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.) standartları da duman kontrolü için sık kullanılan standartlar arasındadır.

Son iki standart olaya farklı açılardan yaklaşmaktadır. ASHRAE kodlarında debiyi hesaplamak için matematiksel bağıntılardan yararlanırken BS'da ampirik tablolar ön plana çıkmaktadır. ■

